

УДК 612.2

ФАЗОВЫЙ АНАЛИЗ СЕРДЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ У ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ СТУПЕНЧАТОГО ПОВЫШЕНИЯ ВНУТРИЛЕГОЧНОГО ДАВЛЕНИЯ

В.Н. Чапоров, К.Б. Маркова

Тверской государственный университет

У молодых женщин изучена динамика фаз и периодов сердечного цикла при дозированном ступенчатом повышении внутрилегочного давления. Выявлено, что в этих условиях фаза асинхронного сокращения дозозависимо увеличивается, фазы изометрического сокращения, период изгнания, длительность сердечного цикла уменьшаются. Обсуждаются возможные механизмы отмеченных сдвигов.

Известно, что повышение внутрилегочного давления сопровождается затруднением венозного возврата крови к сердцу, уменьшением ударного объема, увеличением частоты пульса, нарушением периферического кровообращения [5]. Динамика временных составляющих сердечного цикла, его фаз и периодов при повышении внутрилегочного давления менее изучена. Попытка восполнить этот пробел и явилась целью настоящей работы.

Методика. В исследовании участвовало 5 практически здоровых женщин в возрасте 20-24 лет. Проведено 16 обследований испытуемых в положении сидя. На ЭЛКАРе-6 регистрировалась поликардиограмма - электрокардиограмма (ЭКГ) во II стандартном отведении, сейсмокардиограмма (СКГ) - датчик укреплялся на груди, сфигмограмма (СГ) сонной артерии.

Испытуемые со зрительным контролем по шкале манометра на 6-10-й с посредством натуживания повышали внутрилегочное давление до 10 мм рт.ст., после отдыха – до 15, 20, 25, 30, 35 и 40 мм рт.ст. Восстановление после каждой операции оценивалось по пульсу.

Полученный экспериментальный материал обработан статистически. Достоверность различий между исходными показателями и данными каждой ступени оценивалась с использованием t-критерия Стьюдента.

Результаты исследования и их обсуждение. В исходном состоянии показатели фазовой структуры сердечного цикла были в пределах нормы. При ступенчатом повышении внутригрудного давления период напряжения (ПН) изменялся фазово: при давлении 10 мм рт.ст. наблюдалась тенденция к его уменьшению. По мере повышения внутригрудного давления ПН увеличивался и превосходил исходный уровень (рис. 1). При этом фазы асинхронного (ФАС) и изометрического (ФИС) сокращения изменялись разнонаправленно (рис. 1): ФАС увеличивалась, ФИС уменьшалась.

По мнению В.Л. Карпмана [1], фазы асинхронного и изометрического сокращения слабо связаны с сердечным ритмом. Время ФАС зависит от давления наполнения желудочков кровью и от частоты сердечных сокращений (ЧСС). По нашим данным повышение внутригрудного давления сопровождается уменьшением систолического объема, компенсаторным увеличением ЧСС, что может привести к увеличению ФАС. Во время ФАС внутрижелудочковое давление либо не растет, либо повышается незначительно. Это связано с разнонаправленностью деполяризации и асинхронностью распространения сократительного процесса в мускулатуре желудочков [6]. Конец ФАС и начало ФИС совпадает с началом повышения внутрижелудочкового давления. ФИС протекает при закрытых сердечных клапанах, в эту фазу миокард расходует значительную энергию, а кровоснабжается хуже. Дело в том, что миокард левого желудочка перфузируется при аортальном давлении (которое к концу ФИС самое низкое) и перфузия ухудшается вследствие экстраваскулярного сжатия коронарных сосудов во время сокращения миокарда [7]. По нашим данным, ФИС при повышении внутригрудного давления уменьшается, что, по-видимому, связано с увеличением сократительной способности миокарда.

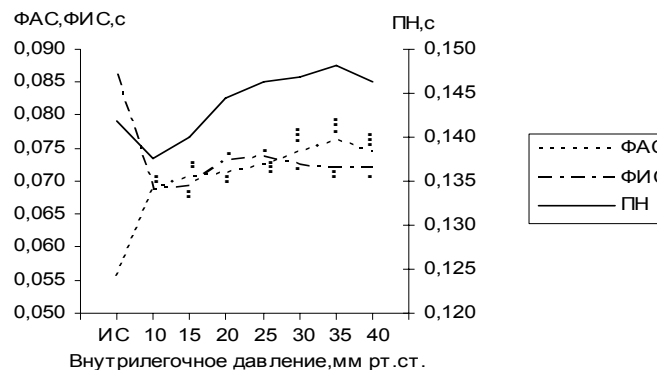


Рис.1. Динамика периода напряжения (ПН) и фаз асинхронного (ФАС) и изометрического (ФИС) сокращения при ступенчатом повышении внутрилегочного давления:

. - $p < 0,05$; . . - $p < 0,01$; . . . - $p < 0,001$

Период изгнания (ПИ) распространяется на вторую, большую часть, систолы желудочков. Он делится на фазу быстрого изгнания (ФБИ), когда за 0,1 с в аорту поступает около 2/3 систолического объема крови [3], и фазу медленного (ФМИ) или редуцированного изгнания. При ступенчатом повышении внутригрудного давления до 30 мм рт.ст ПИ достоверно уменьшался (таблица, рис. 2), в основном за счет укорочения фазы медленного изгнания. Изменения ФБИ были менее выражены. Дальнейшее повышение внутрилегочного давления не вызывало дозозависимого эффекта (рис. 2).

Считается, что изменение фаз сердечного цикла при натуживании (проба Вальсальвы–Бюргера) связано с недогрузкой сердца объемом и оценивается как фазовый синдром гиподинамии миокарда [2]. В отличие от литературных данных при ступенчатом увеличении внутригрудного давления мы наблюдали достоверное укорочение ФИС, и склонны считать, что кроме эффекта от нагрузки объемом сердца в данных условиях может иметь место и усиление симпатических (или ослабление вагусных) влияний на сердце. Дело в том, что натуживание сопровождается напряжением экспираторных мышц. А как отмечают Б. Фолков и Э. Нил [6], для начальных периодов работы скелетной мускулатуры харак-

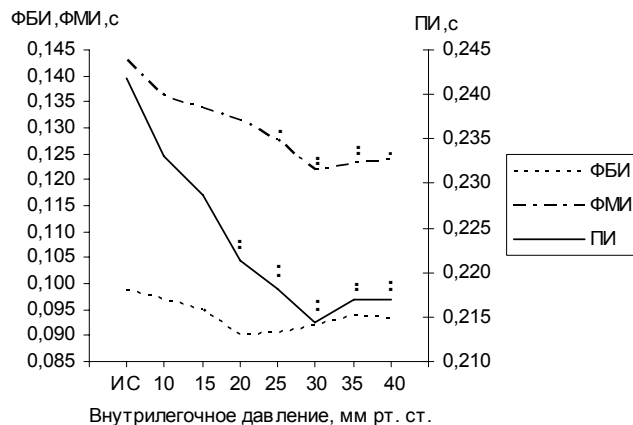


Рис.2. Динамика периода изгнания (ПИ) и фаз быстрого (ФБИ) и медленного (ФМИ) изгнания при ступенчатом повышении внутрилегочного давления:

. - $p < 0,05$; . . - $p < 0,01$; . . . - $p < 0,001$

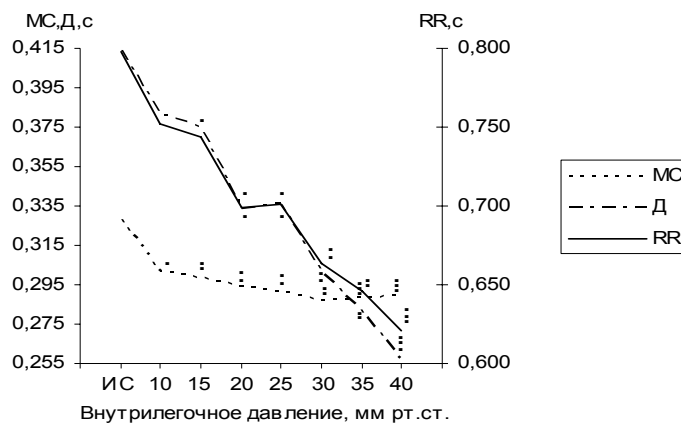


Рис. 3 Динамика длительности сердечного цикла (RR), механической систолы (MC) и диастолы (Д) при ступенчатом повышении внутрилегочного давления:

— $p < 0,05$; --- $p < 0,01$; ... $p < 0,001$

терен значительный симпатический разряд. Р. Маршалл и Дж. Шеферд [3] установили, что срочная реакция (укорочение RR) обуславливается главным образом ослаблением импульсации в тормозящих сердце нейронах вагуса (эффект усиления симпатической импульсации может присоединиться лишь позднее). Таким образом, при дозированном натуживании, вероятно, проявляются положительные хронотропный и инотропный эффекты, что отражается в укорочении ФИС и дозозависимом уменьшении RR, а не только компенсаторное увеличение ЧСС при снижении систолического объема.

Время сердечного цикла (RR) в условиях ступенчатого повышения внутригрудного давления уменьшалось тем больше, чем было выше приложенное воздействие (рис. 3). При этом электрическая систола (QT) практически не изменялась, общая систола (OC) имела тенденцию к уменьшению, а механическая систола (MC) достоверно уменьшалась (рис. 3). При этом время диастолы (Д) также уменьшалось. Была обнаружена довольно тесная корреляционная взаимосвязь между показателями RR и Д и RR и MC (рис. 4).

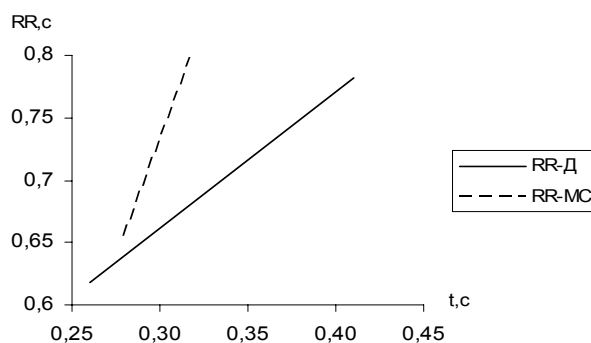


Рис.4. Корреляционно-регрессионная взаимосвязь между показателями RR и Д, RR и MC на протяжении всего эксперимента

$N=8$; RR-Д: $r=0,98$ ($p<0,001$), $y=0,45+1,12x$; RR-MC: $r=0,74$ ($p<0,05$), $y=2,96x-0,2$

Период расслабления миокарда начинается с протодиастолы (П). Продолжительность ее невелика и имеет тенденцию к укорочению по мере повышения внутригрудного давления. Если учесть, что начало протодиастолы совпадает с началом расслабления миокарда, а конец – с моментом полного смыкания полулунных клапанов, то можно предположить, что переход от систолы к периоду расслабления зависит (в наших условиях) от величины внутригрудного давления.

Таким образом, отмеченные в исследовании изменения длительности сердечного цикла, его фаз и периодов в условиях дозированного ступенчатого повышения внутригрудного давления, очевидно, обусловлено недогрузкой сердца объемом крови при натуживании. Не исключено, что здесь также играет определенную роль и перестройка в регуляции деятельности сердечно-сосудистой системы в этих условиях со стороны вегетативной нервной системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Карпман В.Л. Фазовый анализ сердечной деятельности. М., 1965.
2. Куриаков Н.А., Прессман Л.П. Кровообращение в норме и патологии. М., 1969.
3. Маршалл Р., Шеферд Дж. Функция сердца у здоровых и больных. М., 1972.
4. Миняев В.И., Чапоров В.Н. Динамика показателей вентиляции легких и кровообращения при произвольном дыхании в условиях избыточного внутрилегочного давления // Возрастные аспекты моторно-висцеральных взаимоотношений при мышечной деятельности. Калинин, 1982. С. 151-156.
5. Парин В.В., Карпман В.Л. Кардиодинамика // Физиология кровообращения. Физиология сердца. Л., 1980. С. 215-240.
6. Фолков Б., Нил Э. Кровообращение. М., 1976.
7. Чапоров В.Н., Султанова Е.Н., Копытенкова О.А. Изменения кардиодинамики у человека в условиях ступенчатого повышения внутрилегочного давления // Пути оптимизации функции дыхания при нагрузках, в патологии и в экстремальных состояниях. Тверь, 1995. С. 113-118.

THE PHASE ANALYSIS OF CARDIAC ACTIVITY IN A PERSON UNDER GRADUAL INCREASE OF INTRAPULMONIC PRESSURE

V.N. Chaporov, K.B. Markova

Tver State University

The dynamics of phases and periods of cardiac cycle in a group of young women have been studied under dosed gradual increase of intrapulmonic pressure. It has been shown, that under the given conditions the phase of asynchronous contraction dose-dependently increases, whereas phases of isometric contraction, ejection period and the duration of cardiac cycle decrease. Possible mechanisms of mentioned shifts are discussed.